

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-82588
(P2000-82588A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 5 B 33/26		H 0 5 B 33/26	Z 3 K 0 0 7
33/10		33/10	
33/14		33/14	A
33/22		33/22	Z

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平10-254520	(71) 出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22) 出願日	平成10年8月25日 (1998.8.25)	(72) 発明者	寺尾 豊 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平9-256694	(72) 発明者	白石 洋太郎 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(32) 優先日	平成9年9月22日 (1997.9.22)	(74) 代理人	100088339 弁理士 篠部 正治
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平10-199861		
(32) 優先日	平成10年6月30日 (1998.6.30)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

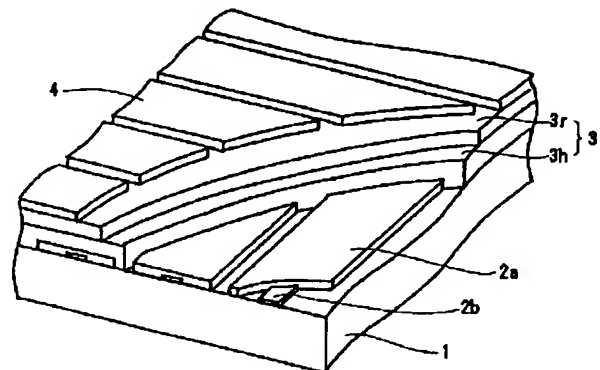
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く、消費電力の小さな有機発光素子、および高い歩留りの製造方法を提供する。

【解決手段】 ストライプ状の陽極2、有機物層3および陰極4からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極を、金属酸化物を主成分とする透明導電膜である第1導電体2a、および第1導電体を構成する材料の1/10以下の抵抗率の金属からなり、第1導電体の長手方向に沿って付加された第2導電体2bから構成し、逆バイアス時にこの第2導電体から有機物層へは電子が注入されにくいようにする。または、そのために、第2導電体と前記有機物層との間には絶縁膜を介在させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ストライプ状の陽極、有機物層および陰極からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極は、金属酸化物を主成分とする透明導電膜である第 1 導電体、および前記陽極を構成する材料の 1/10 以下の抵抗率の金属からなる第 1 導電体の長手方向に沿って付加された第 2 導電体からなることを特徴とする有機発光素子。

【請求項 2】 前記第 2 導電体は前記透明基板と前記第 1 導電体の間に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 3】 前記第 2 導電体は前記第 1 導電体と前記有機物層との間に形成されており、またこの第 2 導電体の前記有機物層側表面は金属酸化物層により被覆されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 4】 前記酸化膜は前記第 2 導電体を酸化処理して得られた酸化膜であることを特徴とする請求項 3 に記載の有機発光素子。

【請求項 5】 前記第 2 導電体は前記第 1 導電体と前記有機物層との間に形成されており、またこの第 2 導電体は仕事関数が 4.8eV 以上の金属からなることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 6】 陽極、有機物層および陰極からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極は金属酸化物を主成分とする透明導電膜である第 1 導電体、および第 1 導電体に付加された少なくとも 1 層の金属膜からなる第 2 導電体からなり、少なくともこの第 2 導電体と前記有機物層との間には絶縁膜が介在していることを特徴とする有機発光素子。

【請求項 7】 前記第 2 導電体は複数の金属膜の積層体であることを特徴とする請求項 6 に記載の有機発光素子。

【請求項 8】 前記第 1 導電体を形成する材料の仕事関数と、前記第 2 導電体のうち有機物層に最も近い金属膜を形成する金属の仕事関数との差は 0.5eV 以下であることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の有機発光素子。

【請求項 9】 前記絶縁膜は第 2 導電体を形成する材料の酸化膜であることを特徴とする請求項 6 ないし 8 に記載の有機発光素子。

【請求項 10】 陽極、有機物層および陰極を順に形成する有機発光素子の製造方法において、前記陽極を形成した後、前記絶縁膜を形成することを特徴とする請求項 6 ないし 9 に記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 11】 前記絶縁膜の形成は、前記第 2 導電体の表面の酸化工程によってなされることを特徴とする請求項 10 に記載の有機発光素子およびその製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ディスプレイ装置に用いられる有機発光素子に関し、特に低電圧、低消費電力で駆動可能な有機発光素子およびその製造方法に関

する。

【0002】

【従来の技術】 図 17 は有機発光素子の断面図を示し、(a) は 2 層構造の有機物層の場合であり、(b) は 3 層構造の有機物層の場合である。有機発光素子は、主に、透明基板 1 上とその上に形成された透明導電膜からなる陽極 2、有機物層 3 および金属膜からなる陰極 4 の 3 層により構成されている。有機物層 3 としては正孔輸送層 3h と発光層 3r からなる 2 層構造や、正孔輸送層 3h、発光層 3r および電子輸送層 3e からなる 3 層構造が知られている。有機物層全体の符号は 3 である。正孔輸送層 3h は陽極 2 から発光層 3r に正孔を注入しやすくさせる機能と、電子の注入をブロックする機能を有しており、電子輸送層 3e は陰極 4 から電子を注入させやすくする機能を有している。駆動電源 E は陽極 2 と陰極 4 とに接続され、矢印は有機発光素子からの光放出の方向を示している。また最近では、陽極と正孔輸送層の間に、さらに正孔注入層を形成した 4 層有機物層のものも知られている。

【0003】 有機発光素子は自己発光型素子であるため視認性が高く、低電圧で駆動できるという特長を持つため実用化研究が積極的になされている。有機発光素子の発光機構は次のように考えられている。陰極から注入された電子と、陽極から注入された正孔とが、正孔輸送層と発光層の界面近傍で再結合することにより励起子が生じ、この励起子が放射失活する過程で光を放出する。この光が陽極である透明導電膜および透明基板を通して外部に放出される。

【0004】 最も簡易な多数の画素を有する有機発光素子は単純マトリクス型（またはパッシブマトリクス型ともいう）素子である。図 18 は単純マトリクス型有機発光素子を示し、(a) は透視平面図、(b) は (a) における XX 断面図であり、(c) は部分破断斜視図である。パッシブマトリクス型素子は、透明基板 1 上の複数の平行に配列されたストライプ状の陽極 2 と、陽極に直交して平行に配列されたストライプ状の複数の陰極 4 および、これら両極に挟まれた有機物層 3 から構成される。陽極 2 と陰極 3 の交差領域が 1 単位の発光部すなわち 1 画素を形成している。この画素が複数個配列されている領域が表示部 D である。陽極および陰極は陽極および陰極の表示部 D より外側の基板周囲へ延長された領域が接続部 C である。接続部 C を介して外部駆動回路と表示部 D が接続されることによりディスプレイ装置が構成される。従って陽極 2 および陰極 4 は配線も兼ねている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 近年、ディスプレイの大型化や高精細化が要求され、有機発光素子の表示部内の配線は長く、微細になる傾向がある。一般に有機発光素子の陽極には、インジウムスズ酸化物（以下 ITO と

略記) やインジウム亜鉛酸化物 (以下 IZO と略記) 等の金属酸化物が用いられ、陰極には Al や Al 合金等の金属材料が用いられる。金属酸化物の抵抗率は、金属配線材料として用いられる Al 等の金属に比較して大きく、また、透明導電膜を厚くして配線抵抗を低下させることは可能であるが、膜厚をあまり大きくして可視光透過性を下げることはできず、陽極の配線抵抗が大きくなる傾向がある。陽極の配線抵抗に起因する問題としては、電圧降下を補うためにパネル駆動時に高い駆動電圧が必要となり消費電力が大きくなり、また配線で発生するジュール熱が有機物層を加熱する結果、有機発光素子の特性や寿命を低下させるといった点が挙げられる。

【0006】陽極の抵抗を低減させる方法として、特開平5-307997号公報および特開平6-5369号公報の実施例に示されるように、透明導電膜と金属膜を積層する方法がある。特開平5-307997においては「陽極および正孔輸送層間の一部に積層された陽極より仕事関数の小さい金属膜を有する」、特開平6-5369号公報においては「陽極は透明な第1陽極部と正孔輸送層に接する第1陽極部より仕事関数の高い第2陽極部からなる」と記載されている。このように、陽極に金属膜を積層し配線抵抗を低減する効果を得ると共に、金属膜の仕事関数を利用し、陽極部から有機物層へのキャリアの注入を制御することにより、ディスプレイの電力効率を向上させることが示されている。

【0007】特開平6-5369号公報では、ホール注入効率の高い材料を透過率90%以上有するように極薄く積層するとあり、Ni、Se、Pd、Ir、Pt、Auが例示されている。素子作製例において、膜厚100nmのITO上全面にAuあるいはPtを2nm積層する結果、駆動電圧が低くなり、発光素子の発光効率が3.0lm/Wから、それぞれ3.2lm/W、3.6lm/Wへ向上するとしている。

【0008】配線抵抗については明記されていないが、一般に2nm程度のごく薄い金属膜は島状構造をとっており、均質な膜が形成されていないために、十分厚く形成された金属膜に比べ抵抗率が高くなる傾向がある。このため、表示領域の面積や画素数が大きい場合には、配線抵抗は十分に低減しない。配線抵抗を低減させるには金属膜の膜厚を厚くする必要があるが、この場合可視光の透過率が減少し、発光素子の発光効率を低下させてしまうため効果的でない。

【0009】特開平5-307997号公報では、透明導電膜より仕事関数の小さな金属膜を用い透明導電膜上の一部に金属膜を積層し、陽極を形成する構造をとっている。仕事関数の小さな金属を用いることの効果は、部分的に正孔注入性を下げて、外部に放出されない発光に関与する電流を減少させる点である。仕事関数が透明導電膜とほぼ同じか、大きな金属を用いると、金属の正孔注入性のために、有機物層へ正孔が注入され発光し、金属膜が遮蔽膜となり外部に発光が放出されず、発光損失となり消

費電力が増加してしまう。しかし、仕事関数の小さな金属膜からは電子は有機物層に注入されやすいので、非発光とする逆バイアス時にも発光してしまい、クロストーク不良が生ずる恐れがある。また、金属膜を透明導電膜の下側の一部に設けた場合にも、金属膜が遮蔽膜となり、電流損失を生じる。

【0010】実施例中では、ITO (仕事関数約5.0eV) 等の仕事関数の大きな材料にAl、Mg、In、Ag等の仕事関数が4.3eV以下の金属やこれらの合金との組み合わせが例示され、用いる金属は仕事関数が小さな材料の方が好ましいとされている。しかし、金属膜としてAl、透明導電膜としてITOを用いた場合、フォトリソグラフィ工程 (Alエッチング用マスクとして用いるフォトレジストの現像工程) において、ITO膜やAl膜の腐食が引き起こされ、電極の信頼性を著しく低下させることが知られている (西野浩己、豊吉秀幸 他、シャープ技報、第44号、31~36、1990)。

【0011】Alと同様に、Al合金を用いた場合にも見られる現象である。この現象は、仕事関数の差の大きな材料がそれぞれ正負の電極の役割、現像液 (例えばTMAH ((CH₃)₄NO) 溶液) が電解液の役割を果たし、局部電池が構成されるために現れると考えられる。従って、仕事関数の差の大きな材料を積層した場合には、例として述べたフォトレジストの現像工程におけるだけでなく、電極材料のウェットエッチング工程においても引き起こされる可能性もある。

【0012】よって、特開平5-307997号公報において例示されている材料の組み合わせでは腐食が引き起こされる可能性が強く、また、逆に透明導電膜より仕事関数の大きな材料を組み合わせる場合でも留意する必要がある。本発明の目的は、上述した問題点を解決し、陽極の配線抵抗が小さく、電圧降下による輝度ムラの生じない、また、逆バイアス時に発光せず従ってクロストーク不良の生じない、発光効率が高く、消費電力の小さな有機発光素子を提供し、また、このような有機発光素子を高い歩留りで得られる有機発光素子の製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、ストライプ状の陽極、有機物層および陰極からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極は、金属酸化物を主成分とする透明導電膜である第1導電体、および前記陽極を構成する材料の1/10以下の抵抗率の金属からなる第1導電体の長手方向に沿って付加された第2導電体からなることとする。

【0014】前記第2導電体は前記透明基板と前記第1導電体の間に形成されていると良い。前記第2導電体は前記第2導電体と前記有機物層との間に形成されており、またこの第2導電体の前記有機物層側表面は金属酸化物層により被覆されていると良い。

【0015】前記酸化膜は前記第2導電体を酸化処理して得られた酸化膜であると良い。前記第2導電体は前記第1導電体と前記有機物層との間に形成されており、またこの第2導電体は仕事関数が4.8eV以上の金属からなると良い。また、陽極、有機物層および陰極からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極は金属酸化物を主成分とする透明導電膜である第1導電体および第1導電体に付加された少なくとも1層の金属膜からなる第2導電体からなり、少なくともこの第2導電体と前記有機物層との間には絶縁膜が介在していることとする。

【0016】前記第2導電体は複数の金属膜の積層体であると良い。前記第1導電体を形成する材料の仕事関数と、前記第2導電体のうち有機物層に最も近い金属膜を形成する金属の仕事関数との差は0.5eV以下であると良い。前記絶縁膜は第2導電体を形成する材料の酸化膜であると良い。陽極、有機物層および陰極を順に形成する有機発光素子の製造方法において、前記陽極を形成した後、前記絶縁膜を形成すると良い。

【0017】前記絶縁膜の形成は、前記第2導電体の表面の酸化工程によってなされと良い。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る金属からなる第2導電体を有する単純マトリクス型の有機発光素子の部分破断斜視図である。基板1には、ストライプ状にパターンニングされた金属からなる第2導電体2b、第2導電体2bを被覆してストライプ状にパターンニングされた透明導電性材料からなる第1導電体2a、有機物層3および陽極2に直交するストライプ状にパターンニングされた金属からなる陰極4が順次積層されている。有機物層3は陽極側から正孔輸送層3hおよび発光層3rの2重層である。発光層3rの上に電子輸送層が積層されているともよい。

【0019】第2導電体2bは第1導電体2aの他の位置に配設されてもよい。図2は本発明に係る有機発光素子の金属からなる第2導電体の他の位置の例を示す陽極付近の断面図である。第2導電体2bは第1導電体2aの端部に配されている。第2導電体2bを構成する金属は抵抗率が第1導電体2aを構成する透明導電性材のその1/10以下にしておけば、第2導電体2bの幅を第1導電体2aより狭くして、外部への発光妨害を少なくしながら、陽極の抵抗を引き下げることができ、駆動時の陽極に沿っての駆動電圧の降下は小さい。従って、陽極に沿っての発光輝度の降下は小さいことが期待できる。また、第2導電体2bは第1導電体2aによって被覆され、有機物層には接しないので、逆バイアス時に、電子が第2導電体2bから有機物層に注入されることはなく、この陽極に連なる画素が発光することはない。すなわち、クロストーク不良は生じないことが期待できる。

【0020】図3は本発明に係る酸化膜被覆された金属からなる第2導電体を有する単純マトリクス型の有機発光素子の部分破断斜視図である。金属からなる第2導電体部分を除いては、図1に同じなので、金属からなる第2導電体部分のみを説明する。金属からなる第2導電体2bは第1導電体2aと有機物層3の間に形成されている。そして、第2導電体2bの有機物層3側には酸化膜2oが形成されている。金属材料としては、Al、Cu、Mo、W等の他にAl-Si、Al-Ta、Al-Nd等の合金を使用してもよい。

【0021】酸化膜2oの形成は、金属からなる第2導電体2bを形成した後に、基板1をオゾン雰囲気中、または酸素プラズマ中に曝すことによって行われる。または陽極酸化によって酸化膜2oを形成してもよい。第2導電体2bは機能を損なわなければ第1導電体2aの他の位置にあってもよい。図4は本発明に係る有機発光素子の金属からなる第2導電体の他の位置の例を示す陽極付近の断面図であり、(a)は第1導電体の端部に積層された場合、(b)は第1導電体の端部に部分積層された場合である。

【0022】この場合も第2導電体2bの付加による低抵抗化作用は上記と同じであり、そして、電子注入の阻止は酸化膜が行っている。従って、上記と同じ効果が期待できる。図5は本発明に係る高仕事関数金属の金属からなる第2導電体を有する単純マトリクス型の有機発光素子の部分破断斜視図である。金属からなる第2導電体部分を除いては、図1に同じなので、金属からなる第2導電体部分のみを説明する。仕事関数は4.8eV以上である金属からなる第2導電体2bは第1導電体2aと有機物層3の間に形成されている。

【0023】金属材料としてはNi(4.84eV)(括弧内は仕事関数の値)、Pd(4.82eV)、Pt(5.29eV)等を用いることができる。また、金属は単体である必要はなく、合金でもよい。第2導電体は機能を損なわなければ第1導電体の他の位置にあってもよい。図6は本発明に係る有機発光素子の金属からなる第2導電体の他の位置の例を示す陽極付近の断面図であり、(a)は第1導電体の端部に積層された場合、(b)は第1導電体の端部に部分積層された場合である。

【0024】この場合も第2導電体2bの付加による低抵抗化作用は上記と同じである。また、電子注入の阻止は第2導電体金属と有機物層との仕事関数の差によって行われており、仕事関数が陽極の構成材料(透明導電性材料)のより大きい金属を用いているので、電子注入の阻止性能は陽極のみの場合と同等またはより優れることになる。

【0025】さらに、本発明によれば、透明陽極に接するように金属からなる第2導電体を形成するので、透明陽極の膜厚を増加することなく陽極の抵抗が低減される。従って、陽極表面は平滑であり、有機物層には欠陥

10

20

30

40

50

は生じにくい。図7は本発明に係る単純マトリクス型の有機発光素子を示し、(a)は透視平面図であり、

(b)は(a)におけるXX断面図である。陽極2は金属酸化物からなる透明導電膜である第1導電体2aおよび、少なくとも一種の金属膜である第2導電体2bからなり、第2導電体2b表面の内、少なくとも有機物層3に対面する部分に絶縁膜5が形成されている。

【0026】基板1にはストライプ状にパターンニングされた透明導電膜である第1導電体2a、およびストライプ状にパターンニングされた金属膜である第2導電体2bが形成されており陽極2をなしている。第2導電体2bの、少なくとも有機物層3に対面する部分には絶縁膜5が形成されている。その上には有機物層3、および陽極2に直交するストライプ状にパターンニングされた金属からなる陰極4が順次積層されている。第2導電体2bの表面の内、少なくとも有機物層3に対面する部分に絶縁膜5が形成されている。

【0027】図8は本発明に係る単純マトリクス型の有機発光素子における陽極の第2導電体の配設位置を示し、(a)、(b)、(c)、(d)および(e)はその例示である。第1導電体2aと金属膜からなる第2導電体2bとは電氣的に導通しており、かつ第2導電体2b表面の内、少なくとも有機物層3に対面する部分には絶縁膜5が形成されていれば良い。第2導電体の配設位置はこれらの例に制限されるものではない。

【0028】絶縁膜5を挟んで有機物層3に対面する第2導電体2bを構成する金属の仕事関数は、第1導電体2aを構成する透明導電膜のそれとは大きく異なることが材料の選択の一つの基準であり、両者の差は0.5eV以内が望ましい。仕事関数の差が0.5eVを超えると、フォトレジストの現像工程において、または、電極材料のウェットエッチング工程において仕事関数の差によって生じた電池作用のため、金属膜のまたは透明導電膜のパターンニングが不安定になり、精度の良い形状が得られなくなるからである。

【0029】例えば、透明導電膜として一般に用いられるITOやIZOの仕事関数は約5.0eVであり、この場合用いられる金属の仕事関数は4.5eVから5.5eVの範囲が好ましい。例えば、Cr(4.5eV)、Ni(5.15eV)、Cu(4.65eV)、Mo(4.6eV)、W(4.6eV)等のほかに、これらを主に含む合金を使用することができる。図9は本発明に係る他の単純マトリクス型の有機発光素子の第2導電体の他の層構成を示す断面図である。第2導電体2bは第1の金属からなる金属膜2baが第2の金属からなる金属膜2bbを挟んでいる3層構造からなっている。第1の金属として、仕事関数が透明導電膜のそれと大きく異なる金属を用い、第2の金属は仕事関数に制約されず自由に選択し、第2の金属を第1の金属で被覆することによりフォトリソプロセスにおける歩留まりを向上させることができる。また、第2の金属として、抵抗率の小さな材

料を用いることにより、配線抵抗を大きく低減させることができる。第1の金属は例えば、前記のようにCr、Ni、Cu、Mo、W等のほかに、これらを主に含む合金を使用し、第2の金属としては例えばAlやAl合金、Ag、Au、Cu等を用いることができる。第2の金属は単一である必要はなく配線抵抗を低減する効果が大きな材料や、プロセスの歩留まりを向上させる効果などがあれば良く、ここに述べる限りではない。また、第1導電体側の第1の金属層を省略して、2層構造とすることも可能である。

【0030】絶縁膜5としては、無機酸化物や有機材料を用いることができる。例えば、金属膜を形成した後に、酸化ケイ素や、アルミナなどの酸化物をスパッタリング法や、ゾルゲル法等で形成した後に、例えばフォトレジストを利用したリフトオフなどの方法で、目的の形状に形成することや、フォトレジストなどの有機高分子膜を形成することが可能である。しかし、第2導電体として形成した金属膜を、加熱処理や陽極酸化により酸化したり、特にオゾン暴露、酸化液による処理等により酸化処理を施す方法を用いると、絶縁膜形成プロセスが簡便となり、有用である。

【0031】絶縁膜材料、絶縁膜の形成プロセス、有機高分子膜の材料、金属膜の酸化方法はここに述べる限りではない。本発明においては、基板としてガラス基板のほかにポリマーフィルム等のフィルム状基板や、ガラス基板上のカラーフィルター等の有機膜に対しても適用可能である。

【0032】透明導電膜材料としては実施例に示したITOやIZOの他に、酸化スズや酸化亜鉛、アルミニウムスズ酸化物などを用いることができる。酸化膜の形成例として実施例1にMoの酸化処理を示し、積層例として、実施例2にインジウム亜鉛酸化物とMoを示し、実施例3にインジウム亜鉛酸化物とAl、Moの積層を示した。

【0033】なお、有機物層には一例として、Cuフタロシアニン、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、およびトリス(8-キノリノール)アルミニウムからなる3層を用い、陰極としてMgAgを用いたが、用いる材料はこの限りでない。

実施例1

本実施例は図1に示した2層有機物層および陽極下の金属からなる第2導電体の有機発光素子である。ガラス透明基板1上に金属膜材料としてMoを用い、スパッタリングにより基板加熱200℃で膜厚約100nmの薄膜を成膜し、フォトリソグラフィにより幅15μmのストライプ状にパターンニングして、金属からなる第2導電体2bを形成した。次にスパッタリングにより基板加熱300℃で膜厚約100nmのITO薄膜を成膜し、フォトリソグラフィにより金属からなる第2導電体2bに平行にまた被覆するように、線幅90μmのストライプ状にパターンニングし、第1導電体2aとした。

【0034】有機物層は2層構造とした。N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン (TPD) からなる膜厚約50nmの有機正孔輸送層3hと、トリス(8-キノリノール)アルミニウム (Alq₃) からなる膜厚約50nmの有機発光層3rを、それぞれ基板温度を室温として蒸着した。この有機物層の上に、膜厚約100nmのAl-Li合金層を蒸着した後、陽極2と直交するように幅300μmのストライプ状の陰極4を形成した。以上の工程によって90μm×300μmの画素面積の高精細有機発光素子を作製した。

【0035】有機発光素子に用いたガラス基板のサイズは143mm×112mm×1.1mmであり、発光素子のライン数は960本×240本、表示サイズは105.57mm×79.17mmである。陽極ラインは上下2分割して設けてある。上記のITO層およびMo層の抵抗率がそれぞれ、 $2.5 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 、 $1.5 \times 10^{-5} \Omega \text{cm}$ であり、表示エリア内の第1導電体長が39.57mmなので、任意の陽極の給電端子に最も近い画素(最近画素)と最も遠い画素(最遠画素)の間の第2導電体抵抗は、ITOのみの単層陽極では11kΩであるが、本発明に係るITO層とMo層との2層陽極の場合は2.9kΩとなる。図10は本発明に係る有機発光素子の電圧-輝度特性のグラフである。カーブaは2層陽極の最近の画素、カーブbは2層陽極の最遠画素、カーブcは単独陽極の最近画素、カーブdは単独陽極の最遠画素である。ITO単独陽極では最近画素に対する最遠画素の輝度低下は電圧20V印加時で約20%であるが、本実施例では輝度低下は約6%に抑えられていることが判る。

【0036】また、逆バイアス時にも発光せず、クロストーク不良は生じなかった。

実施例2

本実施例は図2に示した2層有機物層および第1導電体上の金属からなる第2導電体の有機発光素子である。第1導電体2aと有機正孔輸送層3hとの間の一部に、表面が酸化された金属からなる第2導電体2bが形成され、その表面が酸化(酸化膜2o)されている。

【0037】この発明は実施例では、金属材料としてAlを用い、スパッタ成膜(厚さ120nm)の後、パターニングを行い(幅19μm)、さらに基板をオゾン雰囲気中に晒し、酸化膜2oを形成した。第2導電体以外は実施例1と同じなので説明を省略する。酸化膜2oによって金属表面は被覆されているので、有機物層と金属層との間に電荷の授受はなく、実施例1と同じく、最近画素に対する最遠画素の輝度低下は電圧20V印加時で約6%に抑えられ、また、逆バイアス時にも発光せず、クロストーク不良は生じなかった。

【0038】また、この構造では、第2導電体から有機物層へ正孔も注入されず、光が透過しない第2導電体部分では発光しない。すなわち、発光は第2導電体に遮られず全て外部に放射されるので、外部発光効率が高い。

実施例3

本実施例は図3に示した2層有機物層および第1導電体上の金属からなる第2導電体の有機発光素子である。第1導電体2aと正孔輸送層3hとの間に仕事関数の高い金属からなる第2導電体2bを形成したものである。金属材料としてNi(4.84eV)を用い、スパッタにより、厚さ100nmの成膜を行い、幅19μmのストライプ状にパターニングした。第2導電体以外は実施例1と同じなので説明を省略する。

【0039】上記の有機発光素子においても、実施例1と同じく、最近画素に対する最遠画素の輝度低下は電圧20V印加時で約6%に抑えられ、また、逆バイアス時にも発光せず、クロストーク不良は生じなかった。さらに、第2導電体に用いた金属の仕事関数は4.8eV以上なので、実施例2のように第2導電体上に酸化膜を形成する工程は不要であり、製造工程は簡略である。

実施例4

実施例4では、画素数4×4、画素の大きさ2×2mm²の有機発光素子を作製し、Mo酸化膜からのキャリア注入性、整流性について評価した。

【0040】透明なガラス基板上に膜厚約220nmのMoをスパッタリングにより室温で成膜した。さらに、ポジ型フォトリソ(東京応化工業(株)製、OFPR-800)をスピンコーターを用いて塗布した後に露光し、現像液(東京応化工業(株)製、NMD-3)により幅2mm、長さ48mmのパターンを4本作製した。次に、リン酸、硝酸および酢酸の混合液を用いてエッチングを行った後、フォトリソを剥離した。

【0041】このガラス基板を、過酸化水素水に浸漬し、Mo表面の酸化処理を行った。図11は本発明に係る第2導電体(Mo膜)と絶縁膜のオーグメント分光による膜厚方向の組成プロファイルである。酸素濃度の高い領域が表面から約20nmの深さまで存在していることが判る。図12は本発明に係る第2導電体(Mo膜)と絶縁膜の破断部を示すSEM写真である。Mo酸化膜がMo膜の表面を一様に覆っていることが分かる。

【0042】この基板上に有機正孔注入層としてCuフタロシアニン、およびトリス(8-キノリノール)アルミニウムCuフタロシアニン、有機正孔輸送層としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミンおよび有機発光層としてトリス(8-キノリノール)アルミニウムを順に成膜した。そして、陽極と直交する方向にMgAg合金(体積比10:1)を用いて2本の陰極パターンを形成し、有機発光素子を作製した。

【0043】図13は本発明に係る有機発光素子の電圧-電流特性のグラフである。カーブeは本発明に係る有機発光素子の特性であり、カーブf、gは比較例であり、それぞれ、陽極にIZOを用いた素子と、過酸化水素による処理を行っていないMoを用いた素子の特性である。過酸化水素による処理を行っていないMoの場合、電

流密度の大きさ、すなわちキャリアの注入量はインジウム亜鉛酸化物の場合とほぼ同じであるが、酸化処理を施すことにより、5V以上でのキャリアの注入量はインジウム亜鉛酸化物の場合の約25分の1に減少していることが判る。

【0044】また、逆方向へ電圧を印加した場合には、いずれの電極を用いた場合にもキャリアの注入はほとんど発生せず、整流性が高いことが確かめられた。

実施例 5

実施例 5 では画素数 960×240 、画素ピッチ $110 \times 330 \mu\text{m}$ で表示部の対角が5 インチのパネルを作製した。なお表示部を上下に2分割し、1本の陽極は120画素にわたっている。

【0045】図14は本発明に係る実施例5の有機発光素子の陽極の形状を示し、(a)平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図である。透明なガラス基板1上に第1導電体2aとして膜厚約200nmのIZOからなる透明導電膜をスパッタリングにより室温で成膜した。さらに、ポジ型フォトリソスト(東京応化工業(株)製、OFPR-800)をスピンコーターを用いて塗布した後に露光し、現像液(東京応化工業(株)製、NMD-3)により表示部では長さ42mm、幅96 μm 、接続部では長さ13mm、幅70 μm のパターンに現像した。次に、塩酸を用いてエッチングを行った後、フォトリソストを剥離し第1導電体2aを形成した。第1導電体2aの端部の基板に接する部分の角度 θ が鋭角なほど、有機物層中の電界が集中しにくくなる。また、素子の封止を行う際にも外部からの水や酸素などの浸入を防ぐことができる。

【0046】この基板1上に、第2導電体として膜厚220nmのMoをスパッタにより室温で成膜した。このMoの仕事関数を測定したところ4.6eVであった。さらに、ポジ型フォトリソストをスピンコーターを用いて塗布した後に露光し、現像してパターンニングした。次に、磷酸、硝酸および酢酸の混合液を用いて、Mo膜のエッチングを行った後、フォトリソストを剥離し第2導電体2bを形成した。第2導電体の表示部での幅は16 μm とし、また金属膜は接続部まで延長されている。

【0047】次に、この基板を過酸化水素液に浸漬し酸化処理を施し、絶縁膜5を形成した。この基板上に、実施例4と同様に有機物層および陰極を形成した。1本の陽極の接続部から最も遠い位置にある画素までの配線抵抗を、透明導電膜のみの陽極場合と比較した。抵抗は、陽極の接続部側に110 μm ピッチのNi-Auメッキ表面処理を施した電解銅箔を異方導電性テープ(日立化成(株)製、AC7201)により接続して測定し、後で電解銅箔と異方導電性テープの抵抗を差し引いた値を示している。測定結果を次表に示す。

【0048】陽極接続部に形成された厚さ20nmのMo酸化膜は電解銅箔との接続の際に、大きな抵抗とならないことを事前に確認している。このため、酸化処理の際に接

続部等をフォトリソスト等で被覆する必要はない。

【0049】

【表1】

陽極の構成	配線抵抗 (Ω)
IZO 膜のみ	21000
IZO 膜+Mo膜	3600

金属膜を設けた場合、透明導電膜のみの場合の約17%の配線抵抗となることが確かめられた。

【0050】図15は本発明に係る実施例5の有機発光素子の電圧-電流特性を示すグラフである。カーブhは実施例5の有機発光素子の、カーブiは酸化処理を施していない膜厚200nmのMoを用いた以外は同様に作製された素子の、カーブjは陽極が透明導電膜のみからなる以外は同様に作製された有機発光素子の特性である。このように金属電極を配設した結果、陽極が透明導電膜のみからなる場合よりも低い駆動電圧でより明るく発光し、さらにMoの酸化処理を施した素子では、酸化を施さない素子よりも少ない電流で明るく光ることが確かめられた。これは、Moから有機物層へ電荷が注入され、発光しても外部に取り出すことが出来ないことによる発光損失が減少したことを示している。

【0051】デューティ比1/120、フレーム周波数60Hzのパッシブマトリクス駆動における、エリアル輝度100 cd/m^2 の場合の消費電力を次表に示す。実施例5の場合を1とすると、膜厚200nmのMoを用いた以外は同様に作製された素子は約1.2、陽極が透明導電膜のみからなる以外は同様に作製された素子は約1.6であった。

【0052】

【表2】

陽極の構成	消費電力比
IZO 膜のみ	1.6
IZO 膜+Mo膜のみ	1.2
IZO 膜+Mo膜+酸化膜	1

実施例 6

実施例5と同様に、透明なガラス基板上に第1導電体としてIZO膜を形成した。この基板上に、第2導電体として膜厚50nmのMo、膜厚200nmのAlおよび膜厚50nmのMoをスパッタにより室温で順に成膜し、ポジ型フォトリソストをスピンコーターを用いて塗布した後に露光し、現像液により実施例5(図14および図9参照)と同じパターンに現像した。第2導電体の表示部での幅は16 μm

であり、第2導電体は外部信号線との接続部まで配設されている。

【0053】次に、磷酸、硝酸および酢酸の混合液を用いて、第2導電体のエッチングを行った後、フォトレジストを剥離し、この基板を過酸化水素液に浸漬し酸化処理を施し、絶縁膜を形成した。この基板の上に、実施例4と同様に有機物層および陰極を形成した。実施例5と同様の方法で、1本の陽極の接続部から最も遠い位置にある画素までの配線抵抗を測定した。陽極として透明導電膜のみを用いた以外は同様に作製したパネルおよび実施例5のパネルの配線抵抗を比較した結果を次表に示す。

【0054】

【表3】

陽極の構成	配線抵抗(Ω)
IZO 膜のみ	21000
IZO 膜+Mo膜+酸化膜	3600
IZO 膜+Mo, Al 膜+酸化膜	1000

金属膜として抵抗率の小さなAlを用いることにより配線抵抗を低減する効果が更に大きくなり、陽極が透明導電膜のみからなる場合の、約5% となることが確かめられた。

【0055】図16は本発明に係る実施例6の有機発光素子電圧-電流特性を示すグラフである。カーブkは実施例6の第2導電体が3層の素子、カーブjは陽極が透明導電膜のみからなる以外は同様に作製された素子、カーブhは実施例5の素子の電流特性をそれぞれ示している。抵抗率の小さなAlを用いた結果、実施例5の場合よりも低い駆動電圧でより明るく発光することが確かめられた。

【0056】実施例5と同様に消費電力を測定した。測定結果を次表に示す。消費電力は、実施例6の場合を1とすると、実施例5の有機発光素子(陽極: IZO膜+Mo膜+酸化膜)は1.3、陽極が透明導電膜(IZO)のみからなる以外は同様に作製された有機発光素子は約1.7であった。

【0057】

【表4】

陽極の構成	消費電力比
IZO 膜のみ	1.7
IZO 膜+Mo膜+酸化膜	1.3
IZO 膜+Mo, Al 膜+酸化膜	1

10 実施例7

第2導電体としてMo-2wt%Wを用い、実施例5および6と同様に有機発光素子を作製した。

【0058】1本の陽極の接続部から最も遠い位置にある画素までの配線抵抗を測定し、透明導電膜のみの場合と比較した結果を次表に示す。

【0059】

【表5】

陽極の構成	配線抵抗(Ω)
IZO 膜のみ	21000
IZO 膜+Mo-2wt%W膜+酸化膜	6400
IZO 膜+Mo-2wt%W, Al膜+酸化膜	1100

20

Mo-2wt%Wの抵抗率がMoの約2倍となるため、配線抵抗を低減する効果は実施例5、6の場合よりも小さかった。Al層を挟む3層の場合は実施例6の3層の場合とほぼ同じであった。

30

【0060】実施例5と同様に消費電力を測定した。消費電力比を次表に示す。

【0061】

【表6】

陽極の構成	消費電力比
IZO 膜のみ	1.7
IZO 膜+Mo-2wt%W膜+酸化膜	1.3
IZO 膜+Mo-2wt%W, Al膜+酸化膜	1

40

金属膜を配設し、金属膜表面に酸化膜を形成することにより、発光損失が減少し、消費電力が小さくなることが確かめられた。

【0062】

【発明の効果】本発明によれば、ストライプ状の陽極、有機物層および陰極からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極を、金属酸化物を主

50

成分とする透明導電膜である第 1 導電体と第 1 導電体を構成する材料の $1/10$ 以下の抵抗率の金属からなる第 2 導電体の積層とし、第 2 導電体を透明基板と前記第 1 導電体の間に形成し、または第 1 導電体と有機物層との間に形成してその有機物層側表面を金属酸化物層により被覆したため、第 2 導電体は直接有機物層に接触しない。そのため、陽極は低抵抗となり、陽極長手方向の輝度低下は生じなくなり画像品質は向上する。また逆バイアス時にこの第 2 導電体から有機物層へは電子が注入されないで、クロストークは生じない。

【0063】または、仕事関数が 4.8eV 以上の金属からなる第 2 導電体を第 1 導電体と有機物層との間に形成したので、陽極の低抵抗化は上記と同様に得られ、また、仕事関数により有機物層への電子の注入は阻止され、クロストークは生じない。また、酸化膜付き第 2 導電体の場合は、第 2 導電体からの正孔の注入もなく発光に寄与しない第 2 導電体に覆われた部分に電流を流さないで、他の構造よりも外部発光効率は高くなる。

【0064】また、陽極、有機物層および陰極からなる積層部分を少なくとも有する有機発光素子において、前記陽極は金属酸化物を主成分とする透明導電膜である第 1 導電体および第 1 導電体に付加された少なくとも 1 層の金属膜からなる第 2 導電体からなり、少なくともこの第 2 導電体と前記有機物層との間には絶縁膜を介在させたので、第 2 導電体は陽極の（配線）抵抗を減じた、絶縁層は第 2 導電体から有機物層への電荷の注入を防止するので、本発明に係る有機発光素子は低電圧駆動が可能で、発光輝度当たりの消費電力は小さくなる。

【0065】また、第 1 導電体を形成する材料の仕事関数と、前記第 2 導電体のうち有機物層に最も近い金属膜を形成する金属の仕事関数との差を 0.5eV 以下としたので、陽極のパターニング工程時の仕事関数差による電池効果は小さく、第 2 導電体を有する陽極のパターニング精度は向上し、歩留りは高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る金属からなる第 2 導電体を有する単純マトリクス型の有機発光素子の部分破断斜視図である。

【図 2】本発明に係る有機発光素子の金属からなる第 2 導電体の他の位置の例を示す陽極付近の断面図である。

【図 3】本発明に係る酸化膜被覆された金属からなる第 2 導電体を有する単純マトリクス型の有機発光素子の部分破断斜視図である。

【図 4】本発明に係る有機発光素子の金属からなる第 2 導電体の他の位置の例を示す陽極付近の断面図であり、（a）は第 1 導電体の端部に積層された場合、（b）は第 1 導電体の端部に部分積層された場合である。

【図 5】本発明に係る高仕事関数金属の金属からなる第 2 導電体を有する単純マトリクス型の有機発光素子の部分破断斜視図である。

【図 6】本発明に係る有機発光素子の金属からなる第 2 導電体の他の位置の例を示す陽極付近の断面図であり、（a）は第 1 導電体の端部に積層された場合、（b）は第 1 導電体の端部に部分積層された場合である。

【図 7】本発明に係る単純マトリクス型の有機発光素子を示し、（a）は透視平面図であり、（b）は（a）における XX 断面図である。

【図 8】本発明に係る単純マトリクス型の有機発光素子における陽極の第 2 導電体の配設位置を示し、（a）、（b）、（c）、（d）および（e）はその例示図である。

【図 9】本発明に係る他の単純マトリクス型の有機発光素子の第 2 導電体の他の層構成を示す断面図である。

【図 10】本発明に係る有機発光素子の電圧—輝度特性のグラフである。

【図 11】本発明に係る第 2 導電体（Mo 膜）と絶縁膜のオージェ光電子分光による膜厚方向の組成プロファイルである。

【図 12】本発明に係る第 2 導電体（Mo 膜）と絶縁膜の破断面を示す SEM 写真である。

【図 13】本発明に係る有機発光素子の電圧—電流特性のグラフである。

【図 14】本発明に係る実施例 5 の有機発光素子の陽極の形状を示し、（a）平面図であり、（b）は（a）における XX 断面図である。

【図 15】本発明に係る実施例 5 の有機発光素子の電圧—電流特性を示すグラフである。

【図 16】本発明に係る実施例 6 の有機発光素子の電圧—電流特性を示すグラフである。

【図 17】有機発光素子の断面図を示し、（a）は 2 層構造の有機物層の場合であり、（b）は 3 層構造の有機物層の場合である。

【図 18】単純マトリクス型有機発光素子を示し、（a）は透視平面図であり、（b）は（a）における XX 断面図であり、（c）は部分破断斜視図である。

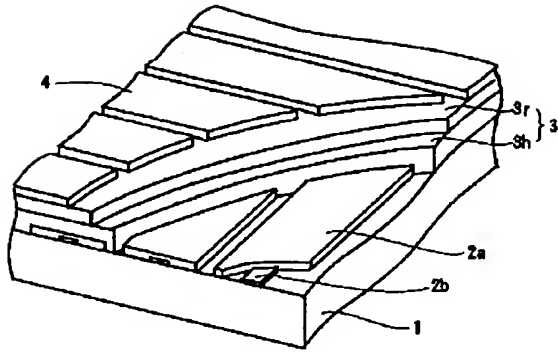
【符号の説明】

- | | |
|-------|----------|
| 1 | ガラス基板 |
| 2 | 陽極 |
| 2 a | 第 1 導電体 |
| 2 b | 第 2 導電体 |
| 2 b a | 第 1 の金属膜 |
| 2 b b | 第 2 の金属膜 |
| 2 o | 酸化膜 |
| 3 | 有機物層 |
| 3 h | 有機正孔輸送層 |
| 3 r | 有機発光層 |
| 3 e | 有機電子輸送層 |
| 4 | 陰極 |
| 5 | 絶縁膜 |
| C | 接続部 |

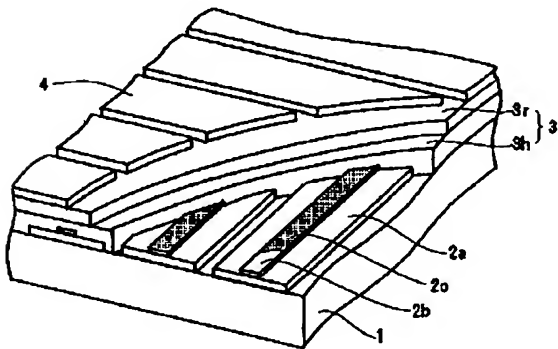
D 表示部

17

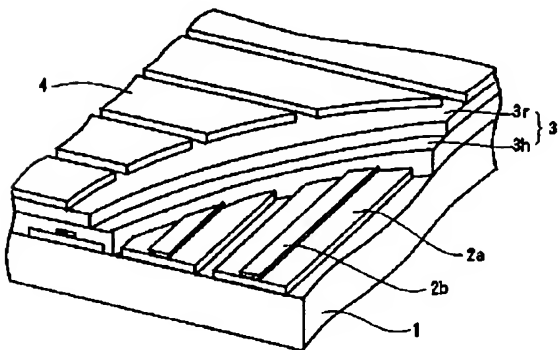
【図 1】



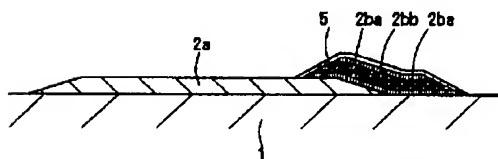
【図 3】



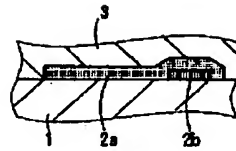
【図 5】



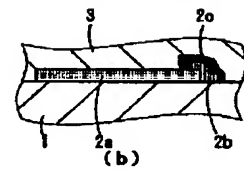
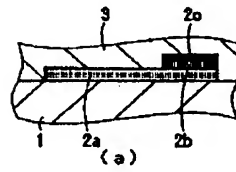
【図 9】



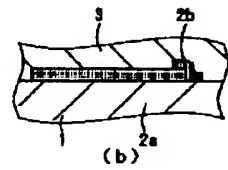
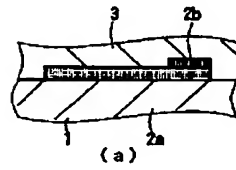
【図 2】



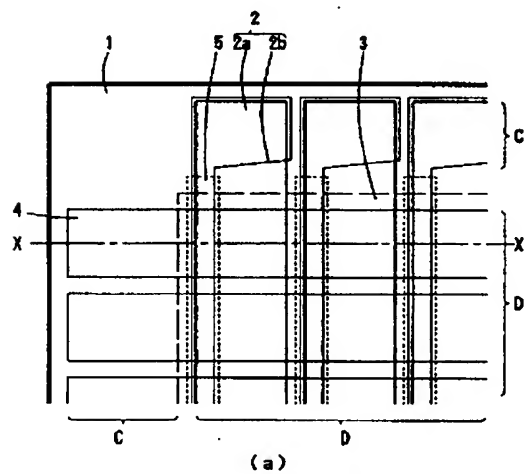
【図 4】



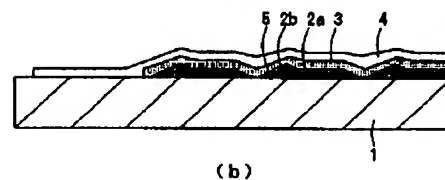
【図 6】



【図 7】

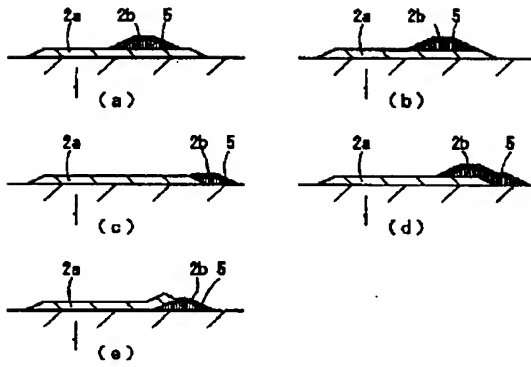


(a)

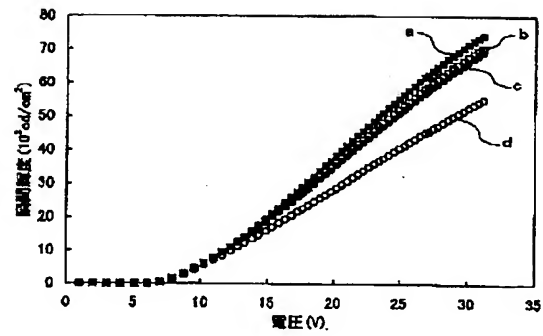


(b)

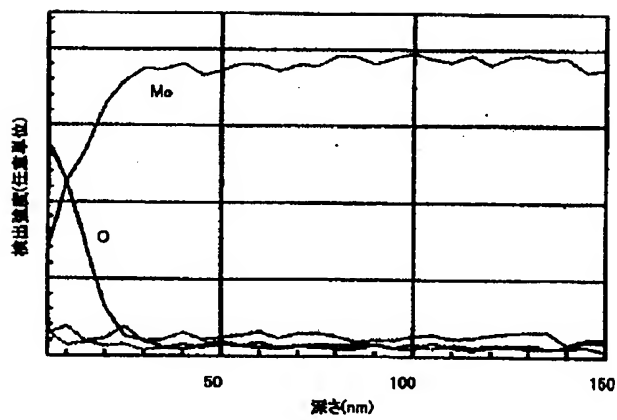
【図 8】



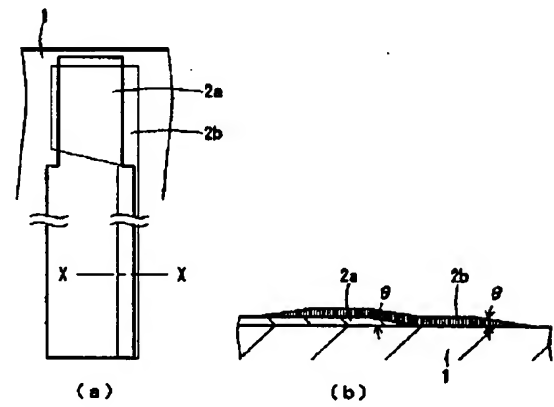
【図 10】



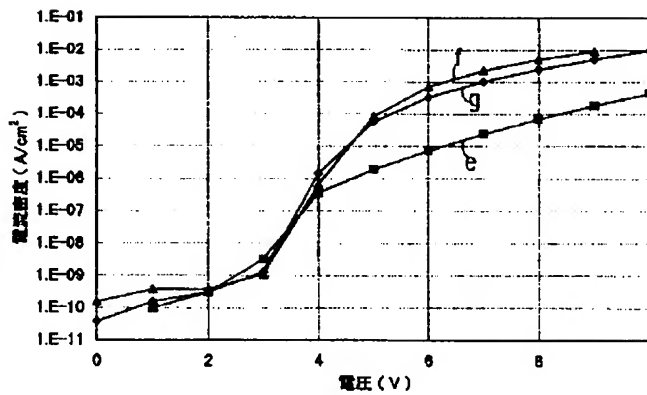
【図 11】



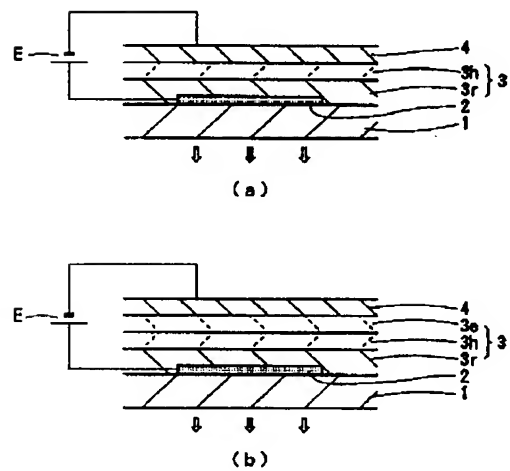
【図 14】



【図 13】

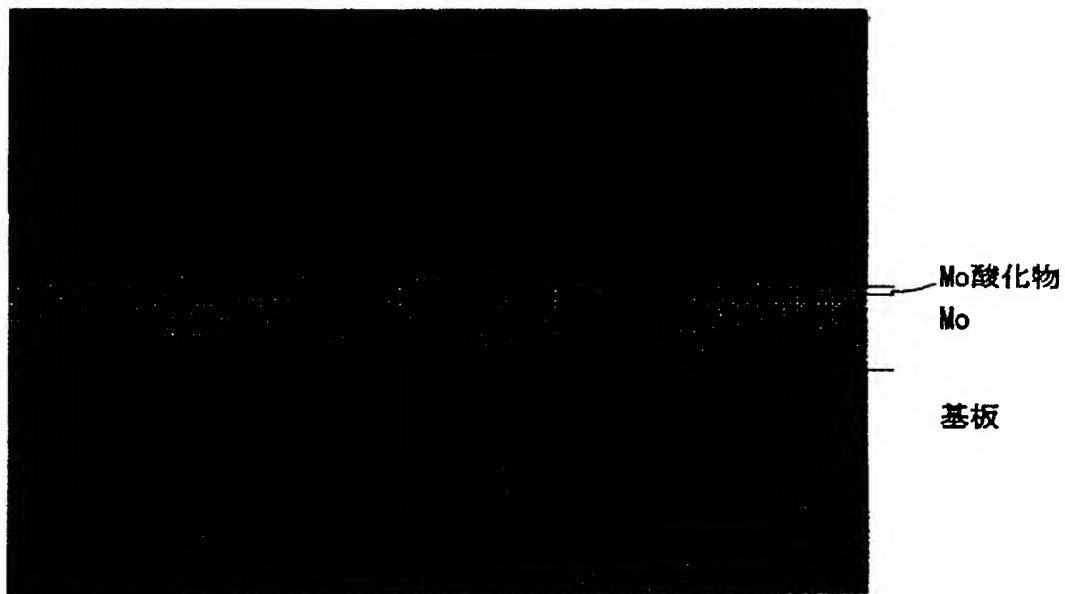


【図 17】



【図12】

図面代用写真



【図15】

